



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería de Sistemas Computacionales

“SISTEMA INTELIGENTE DE RIEGO CON ENERGÍA
RENOVABLE EN EL CONTROL DE AGUA Y CRECIMIENTO
DEL MAÍZ”.

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero de Sistemas Computacionales

Autores:

Bach. Wilder Emilio, Moreno Zavaleta

Bach. Hans Kennedy, Nolasco Díaz

Asesor:

Mg. Rolando Javier Berrú Beltrán

Trujillo - Perú

2020

Índice

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS	6
ÍNDICE DE ECUACIONES	8
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	11
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	47
CAPÍTULO III: RESULTADOS	58
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	70
REFERENCIAS	75
ANEXOS	81

Índice de tablas

TABLA 1. CARACTERÍSTICAS DEL ARDUINO MEGA 2560	34
TABLA 2 DESCRIPCIÓN DE LAS TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS	48
TABLA 3 RECOLECCIÓN DE DATOS DEL CONTROL DE AGUA	53
TABLA 4 RECOLECCIÓN DE DATOS DEL CRECIMIENTO DEL MAÍZ	55
TABLA 5 CONTROL DE AGUA (LTS)	58
TABLA 6 VOLUMEN DE CONSUMO DE AGUA	61
TABLA 7 CRECIMIENTO DEL MAÍZ (CM)	65
TABLA 8 TASA DE CRECIMIENTO DEL MAÍZ (CM/DÍA)	68
TABLA 9 OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE	83
TABLA 10 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE DEPENDIENTE 1	84
TABLA 11 OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE DEPENDIENTE 2	85
TABLA 12 DESCRIPCIÓN DE LA GUÍA DE OBSERVACIÓN N° 01	88
TABLA 13 CAUDAL DE AGUA	89
TABLA 14 DESCRIPCIÓN DE LA GUÍA DE OBSERVACIÓN N° 02	91
TABLA 15 TIEMPO DE RIEGO	92
TABLA 16 DESCRIPCIÓN DE LA GUÍA DE OBSERVACIÓN N° 03	94
TABLA 17 ALTURA DE LA PLANTA	95
TABLA 18 DESCRIPCIÓN DE LA GUÍA DE OBSERVACIÓN N° 04	97
TABLA 19 TIEMPO DE CRECIMIENTO DE LA PLANTA	98

Índice de figuras

FIGURA 1: EFICIENCIA DEL AGUA POR DIFERENTES MÉTODOS DE RIEGO.	24
FIGURA 2: RIEGO POR ASPERSIÓN	25
FIGURA 3: RIEGO POR GOTEO	26
FIGURA 4: ETAPAS DE DESARROLLO DEL MAÍZ	30
FIGURA 5: SERVIDOR DE UBIDOTS	33
FIGURA 5: ARDUINO	34
FIGURA 6: ARDUINO MEGA 2560	35
FIGURA 7: MÓDULO SIM900	36
FIGURA 8: ELECTROVÁLVULA	37
FIGURA 9: SENSOR DE HUMEDAD DEL SUELO	37
FIGURA 10: SENSOR DE NIVEL DE AGUA	38
FIGURA 11: SENSOR DE LLUVIA	38
FIGURA 12: COMPONENTES DE UNA TURBINA EÓLICA	39
FIGURA 13: PROCESO DE CAPTACIÓN DE ENERGÍA SOLAR.	41
FIGURA 14: CICLO DE VIDA DE SISTEMAS EMBEBIDOS	42
FIGURA 15: DESCRIPCIÓN DEL CICLO DE VIDA DE SISTEMAS EMBEBIDOS	44
FIGURA 16: VARIANZA DEL CONTROL DE AGUA	59
FIGURA 17: PRUEBA Z DEL CONTROL DE AGUA	60
FIGURA 18: DIFERENCIA DE PROMEDIOS DEL CONTROL DE AGUA	60
FIGURA 19: VARIANZA DEL VOLUMEN DE CONSUMO DE AGUA	62
FIGURA 20: PRUEBA Z DEL VOLUMEN DE CONSUMO DE AGUA	63
FIGURA 21: DIFERENCIA DE PROMEDIOS DEL VOLUMEN DE CONSUMO DE AGUA	64
FIGURA 22: VARIANZA DEL CRECIMIENTO DEL MAÍZ	66
FIGURA 23: PRUEBA Z DEL CRECIMIENTO DEL MAÍZ	67
FIGURA 24: DIFERENCIA DE PROMEDIOS DE CRECIMIENTO DEL MAÍZ	67
FIGURA 25: VARIANZA DE LA TASA DE CRECIMIENTO DEL MAÍZ	69
FIGURA 26: PRUEBA Z DE LA TASA DE CRECIMIENTO DEL MAÍZ	70
FIGURA 27: DIFERENCIA DE PROMEDIOS DE LA TASA DE CRECIMIENTO DEL MAÍZ	70
FIGURA 28: MATRIZ DE VALIDACIÓN	86
FIGURA 29: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS	87
FIGURA 30: ARQUITECTURA DEL SISTEMA EMBEBIDO	101
FIGURA 31: PROTOTIPO DEL GENERADOR EÓLICO	102
FIGURA 32: PROTOTIPO DEL SISTEMA DE RIEGO	103
FIGURA 33: DISEÑO DEL HARDWARE DEL SISTEMA	105

FIGURA 34: CASO DE USO DEL SISTEMA	106
FIGURA 35: ALMACENAMIENTO DE DATOS EN VARIABLES	107
FIGURA 36: LÓGICA DEL SENSOR DE LLUVIA	107
FIGURA 37: LÓGICA DEL SENSOR DE HUMEDAD	108
FIGURA 38: PROTOTIPO INTERFAZ INICIO	109
FIGURA 39: PROTOTIPO INTERFAZ MENÚ PRINCIPAL	110
FIGURA 40: PROTOTIPO INTERFAZ MODO AUTOMÁTICO	110
FIGURA 41: PROTOTIPO INTERFAZ DATOS SENSOR HUMEDAD	111
FIGURA 42: PROTOTIPO INTERFAZ DATOS SENSOR LLUVIA	111
FIGURA 43: PROTOTIPO INTERFAZ MODO MANUAL	112
FIGURA 44: PROTOTIPO INTERFAZ ELECTROVÁLVULAS	112
FIGURA 45: IMPLEMENTACIÓN DEL GENERADOR EÓLICO	113
FIGURA 45: IMPLEMENTACIÓN DEL GENERADOR DE ENERGÍA SOLAR	113
FIGURA 46: IMPLEMENTACIÓN DE MÓDULO CONTROL	114
FIGURA 47: INTERFAZ MENÚ PRINCIPAL	114
FIGURA 48: INTERFAZ DATOS DEL SENSOR HUMEDAD	115
FIGURA 49: INTERFAZ ELECTROVÁLVULAS	115
FIGURA 50: MOTOR DEL GENERADOR EÓLICO	116
FIGURA 51: INSTALACIÓN DEL GENERADOR EÓLICO	116
FIGURA 52: INSTALACIÓN DEL GENERADOR DE ENERGÍA SOLAR	117
FIGURA 54: INSTALACIÓN DE RELÉS	117
FIGURA 55: INSTALACIÓN DE SENSORES	117
FIGURA 54: INSTALACIÓN DE PANTALLA TFT LCD	118
FIGURA 55: INSTALACIÓN DE ELECTROVÁLVULAS	118
FIGURA 56: GENERADOR EÓLICO EN FUNCIONAMIENTO	119
FIGURA 57: GENERADOR DE ENERGÍA SOLAR EN FUNCIONAMIENTO.	119
FIGURA 60: MÓDULO DE CONTROL EN FUNCIONAMIENTO	120
FIGURA 61: DATOS DE LOS SENSORES EN EL MÓDULO DE CONTROL	120
FIGURA 60: SERVIDOR DE UBIDOTS	120
FIGURA 63: SISTEMA DE TUBERÍAS CON ELECTROVÁLVULAS EN FUNCIONAMIENTO	121
FIGURA 64: SENSOR DE HUMEDAD Y GOTERO EN FUNCIONAMIENTO	121

Índice de ecuaciones

ECUACIÓN 1: MÉTODO VOLUMÉTRICO	28
ECUACIÓN 2: CRECIMIENTO DE LA PLANTA	29
ECUACIÓN 3: DETERMINAR LA HUMEDAD	33
ECUACIÓN 4: FÓRMULA DE LA MEDIA	44
ECUACIÓN 5: VARIANZA DE MUESTRAS	45
ECUACIÓN 6: PROPORCIÓN DE MUESTRAS	45

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó con el objetivo de determinar la influencia de un sistema inteligente de riego con energía renovable en el control del Agua y crecimiento del maíz, en la localidad de Callancas, Otuzco en el año 2019.

El tipo de estudio fue cuasi experimental con grupo de control no equivalente, con dos muestras constituidas por 56 plantas de maíz cada una. La recolección de datos se realizó mediante el uso de hojas de observación. Para el análisis de datos se utilizó la Prueba Z y el software XLSTAT, lo que facilitó la interpretación de datos y realización de gráficos. La dimensión comprendida en el control del agua es el volumen de consumo de agua, y en el crecimiento del maíz es la tasa de crecimiento del maíz.

Los resultados obtenidos demostraron que en el control del agua hubo una mejora del 75,6% y que el crecimiento del maíz mejoró en un 9,6% comparado con el riego por surco.

En base a lo mencionado anteriormente, podemos concluir que efectivamente el sistema inteligente de riego con energía renovable tuvo una influencia positiva en el control del agua y crecimiento del maíz.

Palabras clave: Sistema inteligente de riego con energía renovable, riego por goteo, sistemas embebidos, electroválvulas, sensores de humedad, sensor de lluvia.

ABSTRACT

The present research work was carried out with the objective of determining the influence of an intelligent irrigation system with renewable energy on the water control and maize growth, in the town of Callancas, Otuzco in 2019.

The type of study was quasi-experimental with non-equivalent control group, with two samples consisting of 56 maize plants each. Data collection was done using observation sheets. For the data analysis was used the Z Test and the XLSTAT software, which facilitated the data interpretation and the graphs elaboration. The dimension included in the water control is the volume of water consumption and in the maize growth is the maize growth rate.

The results obtained evidenced that in the water control was an improvement of 75.6% and that the maize growth improved in a 9.6% compared with the groove irrigation.

Based on the mentioned previously, we can conclude that indeed the intelligent irrigation system with renewable energy had a positive influence on water control and maize growth

NOTA DE ACCESO

No se puede acceder al texto completo pues contiene datos confidenciales

REFERENCIAS

- Agard, H. (2015). *Maíz crecimiento y desarrollo*. Estados Unidos: Pioneer.
- Agencia de Noticias Europa Press. (24 de agosto de 2018). La ONU, preocupada por el grave impacto de la sequía en Centroamérica. Recuperado de <https://www.europapress.es/internacional/noticia-onu-preocupada-grave-impacto-sequia-centroamerica-20180824110453.html>
- Agencia EFE. (22 de marzo de 2018). La ONU inicia una década de acciones para evitar una crisis global del agua. Recuperado de <https://www.efe.com/efe/america/sociedad/la-onu-inicia-una-decada-de-acciones-para-evitar-crisis-global-del-agua/20000013-3561973>
- Agromática. (s.f.). *Humedad del suelo. Cómo se comporta y su importancia*. Recuperado de <https://www.agromatica.es/humedad-del-suelo/>
- Alarcón, Á., Arias, G., Díaz, C. & Sotto, J. (septiembre, 2017). Diseño de un sistema de control y automatización de temperatura, humedad del suelo y humedad relativa para optimizar el rendimiento de cultivos bajo cubierta en Corhuila. *4to Congreso Internacional AmITIC 2017, Popayán, Colombia*. Recuperado de <https://revistas.utp.ac.pa/index.php/memoutp/article/view/1470/2116>
- Alarcón, Á., Arias, G., Díaz, C. & Sotto, J. (enero, 2018). Sistema de control automático de variables climáticas para optimizar el rendimiento de cultivos bajo cubierta. *Ingeniería Solidaria*, 14(24). Recuperado de <https://www.researchgate.net/publication/326793288>
- Almeida, E., Camejo, L. & Santiesteban, C. (septiembre, 2017). La fertirrigación inteligente, pilar de una agricultura sostenible. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 11(3), 36-49. Recuperado de <http://scielo.sld.cu/pdf/rcci/v11n3/rcci04317.pdf>
- Asociación Nacional de Empresas Comercializadoras de Productos de Campo. (octubre, 2018). *Ficha Técnica del Maíz*. Recuperado de <http://siafemor.inifap.gob.mx/anec/ficha-tecnica-maiz.php>
- Brown, O., Méndez, N. & Bernal, M. (marzo, 2018). Evaluación de un sistema de micro irrigación accionado por energía eólica. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 27(1), 13-21. Recuperado de <https://www.researchgate.net/publication/331012694>
- Cadena, V. (2014). *Hablemos de riego (1 ed.)*. Quito: CONGOPE.
- Carrod electrónica (s.f.). Módulo GPRS/GSM Shield con Antena Integrada SIM900. Recuperado de <https://www.carrod.mx/products/modulo-gsm-gprs-sim900>

- Castro, N., Chamorro, L. & Viteri, C. (diciembre, 2016). Una red de sensores inalámbricos para la automatización y control del riego localizado. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 33(2), 106-116. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/rcia/v33n2/v33n2a10.pdf>
- Cervantes, W., Santana, L. & Molina, B. (setiembre, 2016). Arduino en la automatización de los sistemas de riego. *Revista Colombiana de Computación*, 17(2), 90-101. Recuperado de <https://www.researchgate.net/publication/325429549>
- Colina, A., Vives, A., Bagula, A., Zennaro, M. & Pietrosevoli, E. (2015). *Internet de las cosas (1a ed.)*. Recuperado de <http://wireless.ictp.it/Papers/InternetdelasCosas.pdf>
- Collado, C. (2018). *El mercado de tratamiento de agua potable y residual en India*. España: ICEX España Exportación e Inversiones.
- Collado, C. & Sáez, Y. (julio, 2017). Sistema de Riego Inteligente para Optimizar el Consumo de Agua en Cultivos en Panamá. *15th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: "Global Partnerships for Development and Engineering Education"*. Recuperado de <https://www.researchgate.net/publication/318909544>
- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología [CONACYT]. (s.f.). *Maíz*. Recuperado de <https://www.conacyt.gob.mx/cibiogem/index.php/maiz>
- Cruz, O. (2013). *El cultivo del maíz. Manual para el cultivo del maíz en Honduras (3a ed.)*. Honduras.
- Culebro, M., Gómez, M., Cossío, A., López, J., Morales, N. & Guzmán, J. (diciembre, 2016). Modelo neurodifuso para el control de humedad del suelo en cultivo hidropónico para la planta de tomate. *Revista Tecnología Digital*, 6(1). 43-56. Recuperado de http://www.revistatecnologiadigital.com/pdf/06_005_modelo_neurodifuso_control_humedad_hidroponico_tomate.pdf
- Demin, P. (2014). *Aportes para el mejoramiento del manejo de los sistemas de riego. Métodos de riego: fundamentos usos y adaptaciones (1a ed.)*. Catamarca: INTA.
- Electrónica Embajadores. (2016). *Catálogo de Robótica, Sensores y Arduino*. Recuperado de 2018, de <https://www.electronicaembajadores.com/Admin/Content/ovccz5rb.pdf>
- Enríquez, R. (2009). *Guía de usuario de Arduino*. San Francisco, California: Creative Commons.
- Fortalecimiento de la Capacidad en Energía Renovable para América Central [FOCER]. (2002). *Manuales sobre energía renovable. Eólica (1a ed.)*. San José, Costa Rica: Biomass Users Network.

Gobernación de Antioquia. (2015). *Manual técnico del cultivo de maíz bajo buenas prácticas agrícolas*. Medellín: Fotomontajes S.A.S.

Gobierno Regional La Libertad. (20 de marzo de 2018). *Gobierno Regional La Libertad hace llamado al uso racional y cuidado del agua*. Recuperado de <http://www.regionlalibertad.gob.pe/noticias/regionales/8760-gobierno-regional-la-libertad-hace-llamado-al-uso-racional-y-cuidado-del-agua>

González, M. (julio, 2017). Sistema de riego automatizado. *Revista Iberoamericana de Producción Académica y Gestión Educativa*, 4(8). Recuperado de <http://www.pag.org.mx/index.php/PAG/article/view/693/921>

González, A., Vargas, A., Álvarez, S. & Reyes, V. (diciembre, 2017). Sistema de riego automatizado constituido de elementos electrónicos, dispositivo móvil y la construcción de aspersor. *Iberoamerican Journal of Project Management*, 8(2). Recuperado de <http://www.ijopm.org/index.php/IJOPM/article/view/341/458>

Ignacio, Y. (diciembre, 2014). *Desarrollo de un sistema de control automático de riego por compuertas para la junta de regantes de Guarango Pampa – Utcubamba – Amazonas*. *Revista Ingeniería: Ciencia, Tecnología e Innovación*, 1(2), 82-93. Recuperado de <http://revistas.uss.edu.pe/index.php/ING/article/view/118/203>

Infobae. (31 de julio de 2018). *La sequía y las plagas afectan la zona agrícola más importante de Bolivia*. Recuperado de <https://www.infobae.com/america/america-latina/2018/07/31/la-sequia-y-las-plagas-afectan-la-zona-agricola-mas-importante-de-bolivia/>

Instituto Nacional de Estadísticas e Informática. (23 de febrero de 2018). *Producción de maíz amarillo duro aumentó 37,4% en diciembre de 2017*. Recuperado de <https://www.inei.gob.pe/prensa/noticias/produccion-de-maiz-amarillo-duro-aumento-374-en-diciembre-de-2017-10604/>

Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático. (2017). *Manual de Medición de Caudales*. Guatemala. Recuperado de <https://icc.org.gt/wp-content/uploads/2018/02/Manual-de-medici%C3%B3n-de-caudales-ICC.pdf>

Jiménez, J., Moreno, L., & Magnitskiy, S. (2012). Respuesta de las plantas a estrés por inundación. Una revisión. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 6(1), 96-109. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/rcch/v6n1/v6n1a10.pdf>

Joy-It. (2017). *Mega2560 R3 Starter Kit*. [Kit de inicio Mega2560 R3]. Recuperado de <https://gzhl.at/blob/ldb/5/e/9/9/a2f20497f81bf5eff4e887cdce13885c583e.pdf>

Juganaru, M. (2014). *Introducción a la programación (1a ed.)*. México: PATRIA.

Ley N° 2308/2017 – CR. *Ley que declara de necesidad pública e interés nacional la*

ejecución del proyecto represa siguas en la provincia de Arequipa, departamento de Arequipa. (enero 11, 2018). Artículo único: “Declaratoria de necesidad pública e interés nacional”. Grupo Parlamentario de Fuerza Popular. Recuperado de http://www.leyes.congreso.gob.pe/Documentos/2016_2021/Proyectos_de_Ley_y_de_Resoluciones_Legislativas/PL0230820180111.pdf

Martín, P., Montoya, O. & Muñoz, G. (diciembre, 2017). Sistema de riego autónomo para pequeños cultivos basado en medición de temperatura y humedad. *Revista Politécnica*, 13(25), 65-74. Recuperado de <http://revistas.elpoli.edu.co/index.php/pol/article/view/1141/946>

Mayhua, E., Ludeña, J., Tamayo, J., Cuba, M., Núñez, Z., Gonzales, N. & Lozada, D. (2016). Sistema de riego por goteo automático utilizando una red de sensores inalámbricos. *Revista de Investigación (Arequipa)*, 7, 69-92. Recuperado de <http://ucsp.edu.pe/investigacion/wp-content/uploads/2017/01/4.-Sistema-de-riego-por-goteo-autom%C3%A1tico.pdf>

Ministerio de Agricultura y Riego. (2013). Guía de capacitación y entrenamiento a las OUs. *Plan de distribución de agua*. Perú.

Ministerio de Medio Ambiente y Agua. (s.f.). *Uso eficiente del agua en agricultura*. Bolivia.

Naylamp Mechatronics (s.f.). Válvula solenoide ½” 12VCD. Recuperado de <https://naylampmechatronics.com/valvulas/314-valvula-solenoid-12-12vdc.html>

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO]. (2018). *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2018: soluciones basadas en la naturaleza para la gestión del agua*. París: UNESCO

Palma, Y., Palma, G., Molina, B. & Santana, L. (setiembre, 2015). Sistema de riego automatizado para el cultivo de cacao. *Revista Tecnológica ESPOL*, 28(2), 100-107. Recuperado de <https://www.researchgate.net/publication/325177922>

Parada, J. & Carrillo, J. (diciembre, 2014). Automatización de sistemas de riego: estrategias de control a través de dispositivos móviles. *Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales, Tecnología e Innovación*, 1(1), 138-160. Recuperado de <http://revistas.sena.edu.co/index.php/rnt/article/view/513/557>

Perú. Ministerio de Agricultura y Riego. (2018). *Resolución Jefatural N° 068-2018 ANA: Metodología para la determinación del índice de calidad de agua Ica-Pe, aplicado*

- Reca, J., Martínez, J., Sánchez, J., Rivas, J. & Ferre, J. (2016). *Sistema de programación y control automático de un riego por goteo subterráneo en un cultivo de olivar*. XXXIV Congreso Nacional de Riesgos. Recuperado de <https://idus.us.es/xmlui/bitstream/handle/11441/41574/T-C-21.pdf?sequence=1>
- Rendón, G., Cortes, J., Juárez, D. & Ortega, M. (octubre, 2015). Sistema de riego inteligente utilizando electroválvulas a partir de sensores de visión. *Pistas Educativas*, 113, 293-307. Recuperado de <http://itcelaya.edu.mx/ojs/index.php/pistas/article/viewFile/337/326>
- Rendón, G., Domínguez, J., Martínez, M., Garay, Ó., & Juárez, D. (marzo, 2018). Sistema inteligente para controlar sistemas de riego en México. *Ventana Informática*, 45-57. Recuperado de <http://revistasum.umanizales.edu.co/ojs/index.php/ventanainformatica/article/view/2721/3211>
- Rodríguez, F., García, I., Vasquez, S. & Juarez, L. (septiembre, 2017). Análisis, diseño e implementación de un invernadero automatizado para la producción de fresa en Tehuacán. *Revista del Desarrollo Tecnológico*, 1(3), 8-17. Recuperado de https://www.ecorfan.org/spain/researchjournals/Desarrollo_Tecnologico/vol1num3/Revista_del_Desarrollo_Tecnologico_V1_N3_2.pdf
- Saavedra, G. & González, M. (2014). *El cultivo de maíz choclero y dulce*. Santiago, Chile: Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
- Sanchez, R. (11 de abril del 2018). *¿Qué es una válvula solenoide?* [Blog]. Recuperado de <https://inprocess.com.pe/que-es-una-valvula-solenoide/>
- Schmerler, D., Velarde, J., Rodríguez, A., & Solís, B. (2019). *Energías renovables experiencia y perspectivas en la ruta del Perú hacia la transición energética*. (1a ed.). Lima. Perú. Recuperado de https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/Institucional/Estudios_Economicos/Libros/Osinergmin-Energias-Renovables-Experiencia-Perspectivas.pdf
- Secretaría de Energía. (2008). *Energías Renovables*. Argentina. Recuperado de http://www.energia.gov.ar/contenidos/archivos/publicaciones/libro_energia_eolica.pdf

- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. (2018). Boletín agroclimático mensual. *Dirección zonal 3 Cajamarca - La Libertad*, 5(1). Recuperado de <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/03708SENA-29.pdf>
- SIMCom (2013). SIM900 Hardware Design V2.05. Recuperado de https://simcom.ee/documents/SIM900/SIM900_Hardware%20Design_V2.05.pdf
- Téllez, J. & Avila, P. (2014). *Diagnóstico para la fundamentación de la Maestría en Sistemas Embebidos*. (1a ed.). México. Recuperado de <https://www.infotec.mx/work/models/Infotec/Publicaciones/Diagnostico-para-fundamentacion-Maestria-Sistemas-Embebidos.pdf>
- Twenergy. (2017). *Energía Eólica Nociones Básicas*. Recuperado de <https://twenergy.com/guias-eficiencia-energetica/energia-eolica-nociones-basicas>
- Universidad Nacional Autónoma de México Global. (12 de agosto del 2018). *Por un uso más eficiente del agua en la agricultura*. Recuperado de <http://www.unamglobal.unam.mx/?p=45549>
- Universidad Nacional de Ingeniería. (2006). *Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo*. Lima. Recuperado de <http://www.lms.uni.edu.pe/Determinacion%20del%20contenido%20de%20Humedad.pdf>
- Zambrano, J., Altamirano, E., Olmedo, D. & Hernández, J. (junio, 2018). Sistema automatizado de nebulización y riego por goteo de agua para la propagación clonal controlada de especies forestales. *V Congreso Internacional de la Ciencia, Tecnología, Emprendimiento e Innovación*. Recuperado de <https://www.researchgate.net/publication/329440765>